

Міністерство освіти та науки України
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

Збірник тез
Міжнародної науково-технічної
інтернет-конференції

**«АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА
БІОМЕДИЧНІ І КОМП'ЮТЕРНІ
ТЕХНОЛОГІЇ»**

13 березня 2026 року

Дніпро, 2026

УДК 004

Автоматизація та біомедичні і комп'ютерні технології: тези доповідей Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції. (Дніпро, 13 березня 2026 р.) / ДВНЗ «ПДТУ».– Дніпро: ПДТУ, 2026.– 240 с.

ISBN 978-966-604-327-9

Опубліковані результати теоретичних і експериментальних досліджень, науково-дослідні розробки вчених, науковців, викладачів, аспірантів, фахівців підприємств і організацій України та зарубіжних країн.

Оргкомітет висловлює подяку учасникам конференції за надані доповіді.

**© ДВНЗ «Приазовський державний
технічний університет»**

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1: АВТОМАТИЗАЦІЯ І КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ	13
ПЕРСПЕКТИВИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ G7 «АВТОМАТИЗАЦІЯ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОБОТОТЕХНІКА» В УКРАЇНІ	13
Жовтобрух Сергій Анатолійович,	13
АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ НОМЕРІВ ЗАЛІЗНИЧИХ ВАГОНІВ ПЕРЕД ІДЕНТИФІКАЦІЄЮ СИСТЕМОЮ КОНТРОЛЮ	15
Воротнікова Злата Євгенівна,	15
Жовтобрух Сергій Анатолійович,	15
Левицька Катерина Романівна,	15
ОПТИМІЗАЦІЯ АСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ	18
Щербаков Сергій Володимирович,.....	18
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ОПАЛЕННЯМ БУДІВЛІ	20
ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА.....	20
Черевко Олена Олександрівна,	20
Солдатов Данило Вікторович,.....	20
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЛІНІЄЮ ВІДНОВЛЕННЯ ТЮТЮНУ	23
Щербаков Сергій Володимирович,.....	23
ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕПЛИЧНОГО ГОСПОДАРСТВА.....	25
Черевко Олена Олександрівна,	25
Піперіді Микита Віталійович,.....	25
СИНТЕЗ АДАПТИВНОГО FIR ФІЛЬТРУ	29
Лосіхін Дмитро Анатолійович,	29
Тітова Олена Василівна,	29
Кравець Олександр Васильович,	29
Шафранський Святослав Вікторович,.....	29
РОЗРОБКА ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА АСУ ТУНЕЛЬНОЇ ПЕЧІ ДЛЯ ВИПАЛУ ШАМОТНОЇ ЦЕГЛИ.....	31
Черевко Олена Олександрівна,	31
Чапля Віктор Валерійович,.....	31

АНАЛІЗ РОЗУМНИХ ПРИСТРОЇВ З ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЄЮ	34
Романченко Назар Романович,.....	34
Тягунова Марія Юріївна,.....	34
Киричек Галина Григорівна,	34
КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ ТЕПЛИЦЬ.....	36
Черевко Олена Олександрівна,	36
Піперіді Микита Віталійович,.....	36
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОЇ РОБОТИ МЕТОДИЧНОЇ ПЕЧІ	39
Черевко Олена Олександрівна,	39
Поворотній Олег Євгенович,.....	39
СЕКЦІЯ 2: ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ.....	41
METHODS AND ARCHITECTURAL FEATURES OF IMPLEMENTING ANTIALIASING IN GPU	41
Oleksandr Romanyuk,	41
Anatolii Terenchuk,.....	41
Bohdan Babiy,	41
DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT TOOL WITH APPROVAL ROUTING AND TASK EXECUTION CONTROL IN IT COMPANIES	44
Oleksandr Khoshaba,.....	44
Roman Tshel,.....	44
DEVELOPMENT OF A SOFTWARE TOOL FOR RECORDING FINANCIAL TRANSACTIONS AND REPORTING FOR SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES	47
Oleksandr Khoshaba,.....	47
Oleksii Fokin,	47
DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR AN INTEGRATED SYSTEM OF MANAGING A LEGAL COMPANY'S INTERACTION WITH CLIENTS	50
Oleksandr Khoshaba,.....	50
Anastasiia Sychuk,	50
DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR INTEGRATED MANAGEMENT OF THE LEARNING PROCESS OF SCHOOLCHILDREN IN A LANGUAGE SCHOOL	53
Oleksandr Khoshaba,.....	53
Anhelina Ratynska,	53

DEVELOPMENT OF AN ONLINE CLIENT BOOKING TOOL FOR SMALL SERVICE BUSINESSES	55
Oleksandr Khoshaba,.....	55
Oleksandr Osadchuk,.....	55
DEVELOPMENT OF A SOFTWARE TOOL FOR ELECTRONIC CITIZEN APPEALS TO LOCAL SELF-GOVERNMENT BODIES.....	58
Oleksandr Khoshaba,.....	58
Nikita Melnyk,.....	58
DEVELOPMENT OF A SOFTWARE TOOL FOR ORDER AND INVENTORY MANAGEMENT FOR SMALL BUSINESSES	60
Oleksandr Khoshaba,.....	60
Roman Linevych,	60
ВИКОРИСТАННЯ OPEN GRAPH ДЛЯ ФОРМУВАННЯ PREVIEW У SPA ЗАСТОСУНКАХ	63
Балалаєва Олена Юріївна,	63
Геря Ілля Васильович,.....	63
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПОЖЕЖ.....	67
Булана Тетяна Михайлівна,.....	67
Молодець Богдан Володимирович	67
Болдирєв Данііл Олександрович.....	67
АВТОНОМНІ ШІ-АГЕНТИ ЯК НОВА ПАРАДИГМА РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	70
Балалаєва Олена Юріївна,	70
Шостак Владислав Сергійович,	70
СИСТЕМИ АВТОНОМНОЇ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ ЛЮДЕЙ ІЗ ВАДАМИ ЗОРУ НА ОСНОВІ ЕТАЛОННОГО ВІДЕО	74
Каманцев Артем Сергійович,.....	74
Гарт Людмила Лаврентіївна,.....	74
АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ПОПУЛЯРНOSTІ ХЕШТЕГІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФОВИХ МОДЕЛЕЙ	77
Левицька Тетяна Олександрівна,.....	77
МОДЕРНІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ХЕШУВАННЯ ПРИ ЗАХИСТІ ІНФОРМАЦІЇ	79
Рисований Олександр Миколайович,.....	79
АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ СОЦІАЛЬНИХ ТРЕНДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ТЕЛЕГРАМ-БОТА	83
Левицька Тетяна Олександрівна,.....	83

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОНЛАЙН-ПРОДАЖУ КВИТКІВ ДО КІНОТЕАТРІВ.....	85
Будько Родіон Олександрович,.....	85
Буланчук Галина Григорівна,.....	85
ВЕБОРІЄНТОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ РОБОТИ З QR-КОДАМИ З АНАЛІТИКОЮ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ.....	87
П'ятикоп Олена Євгенівна,	87
Бірюкова Єлизавета Андріївна,	87
РОЗБІР ПРОСТИХ АРИФМЕТИЧНИХ ВИРАЗІВ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЇХ В БАЙТ-КОД ДЛЯ СТЕКОВОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ МАШИНИ.....	91
Суслов Володимир Миколайович,	91
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОГОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ.....	98
Рогозний Артем Євгенович,.....	98
Соколова Наталя Олегівна,	98
ВЕБОРІЄНТОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ ЗАМОВЛЕНЬ СОЛОДОЩІВ	100
П'ятикоп Олена Євгенівна,	100
Ісіченко Руслан Максимович,.....	100
СТВОРЕННЯ DATA-ORIENTED СИСТЕМИ ПОВЕДІНКИ ІГРОВИХ БОТІВ-ПОМІЧНИКІВ В СЕРЕДОВИЩІ UNITY DOTS З ДОПОМОГОЮ ПАКЕТА BEHAVIOUR DESIGNER PRO.....	103
Мельников Олександр Юрійович,.....	103
Пархоменко Юрій Дмитрович,	103
ПРОФЕСІЙНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ В ГАЛУЗІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	106
Романюк Олександр Никифорович,	106
Костенко Ангеліна Вікторівна,.....	106
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ РОБОЧОГО ЧАСУ СПІВРОБІТНИКІВ ПІДПРИЄМСТВА З ВИКОРИСТАННЯМ NFC-ТЕХНОЛОГІЙ.....	109
Соколова Наталя Олегівна,	109
Винник Дмитро Вячеславович,.....	109
ВИМОГИ ДО СЕРВІСУ ОБРОБКИ WEBHOOK-ПОДІЙ ДЛЯ СПОВІЩЕННЯ ПРО ЗАМОВЛЕННЯ В ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНІ	111
П'ятикоп Олена Євгенівна,	111
Черткова Марія Дмитрівна.....	111

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ WEBORІЄНТОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВТОРИННОГО РИНКУ КНИЖКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	114
Кривенко Ольга Вікторівна,.....	114
Мурадов Артур Алійович,.....	114
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ЧАСТОТНОЮ АГРЕГАЦІЄЮ У БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖАХ СТАНДАРТУ IEEE 802.11BE НА ЯКІСТЬ ЦИФРОВИХ МЕРЕЖ СИСТЕМ ІОТ	117
Карнаух Дмитро Миколайович,.....	117
Тягунова Марія Юріївна,.....	117
Киричек Галина Григорівна,	117
WEBPІЩЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ЮВЕЛІРНОГО МАГАЗИНУ	120
Котихова Людмила Дмитрівна,	120
Матковський Антон Русланович,	120
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ТЕКСТУ НА СЕМАНТИЧНУ ЦІННІСТЬ ВИБІРОК В СИСТЕМАХ NLP	122
Маслій Іван Вадимович,	122
Проніна Ольга Ігорівна,.....	122
РОЗРОБКА FULL-STACK ЗАСТОСУНКУ СЕРВІСУ ДОСТАВКИ НА ОСНОВІ ФРЕЙМВОРКУ DJANGO	125
Соколова Наталя Олегівна,	125
Дмитренко Вероніка Сергіївна,	125
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ NEWSQL СИСТЕМ.....	127
Єлфімов Дмитро Сергійович,.....	127
Воротнікова Злата Євгенівна,	127
АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ СУБД ТА ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ	130
Дем`ян Іван Олексійович,.....	130
Воротнікова Злата Євгенівна,	130
РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ПРОТИДІЇ КІБЕРАТАКАМ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ СОЦІАЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ.....	133
Кривенко Ольга Вікторівна,.....	133
Сагіров Владислав Тальгатович,	133

STANDARDIZATION AND RISK MANAGEMENT OF PREDICTIVE SOFTWARE FOR BONE TISSUE REGENERATION.....	136
Oleksii Vaityshyn,	136
Oleksandr Besarab,.....	136
ВИКОРИСТАННЯ PYTHON ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНИХ ЗАДАЧ	137
Лось Марія Василівна,	137
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT AND ARCHITECTURAL FEATURES OF QUANTUM GRAPHICS PROCESSING UNITS (QGPU).....	140
Matvieiev Artem,.....	140
Matvieiev Maksym,.....	140
СЕКЦІЯ 3: ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.....	144
ОСОБЛИВОСТІ ШИФРУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ЗОБРАЖЕНЬ.....	144
Романюк Олександр Никифорович,	144
ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ДАНИХ НЕЙРОВІЗУАЛІЗАЦІЇ ГОЛОВНОГО МОЗКУ	147
Пасічник Анатолій Миколайович,.....	147
Мамонтов Євген Олександрович,.....	147
Шовкопляс Оксана Анатоліївна,	147
НЕЛІНІЙНИЙ РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ	149
Десятський Сергій Петрович,	149
ГЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ НЕЙРОННОЇ МОДЕЛІ HINDMARSH-ROSE ЗАСОБАМИ MATLAB	152
Лупаренко Олена Валентинівна,.....	152
МОДЕЛЮВАННЯ ХАОТИЧНИХ ОСЦИЛЯТОРІВ ЯК ЗАСОБУ ГЕНЕРАЦІЇ ВИСОКОЕНТРОПІЙНИХ ДАНИХ У КРИПТОГРАФІЧНИХ СИСТЕМАХ	155
Левицька Тетяна Олександрівна,.....	155
АРХІТЕКТУРА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ЗАДАЧ ОСВІТНЬОЇ АНАЛІТИКИ У СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ	157
Мельников Олександр Юрійович,.....	157
Шиманська Софія Андріївна,.....	157
ТРИВАЛІСТЬ КЛІЄНТСЬКИХ ВІДНОСИН ЯК ПРЕДИКТОР У СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОГОДЖЕННЯ В2В-ЗАМОВЛЕНЬ.....	159
Мірошниченко Сергій Олександрович,	159

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ РОЗРОБЦІ ІМЕРСИВНИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ НА ЗАСАДАХ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	162
Шепілев Дмитро Сергійович,.....	162
СЕКЦІЯ 4: СИСТЕМИ ТА МЕТОДИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	165
МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ В GOOGLE COLAB НА ОСНОВІ ВБУДОВАНОГО ШІ GEMINI.	165
Чичкар'юв Євген Анатолійович,.....	165
ПОБУДОВА АДАПТИВНОЇ ДІАЛОГОВОЇ ЛОГІКИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОВЕДІНКОВИХ ДЕРЕВ ТА КОНТЕКСТНОЇ ПАМ'ЯТІ	168
Кривенко Ольга Вікторівна,.....	168
Гузь Владислав Анатолійович,	168
ПРО ЕФЕКТИВНЕ ПОЄДНАННЯ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ШІ	170
Кравченко Марина Сергіївна,	170
ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМУ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ.....	173
Половян Наталія Сергіївна,	173
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТІ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ.....	176
Молодець Богдан Володимирович	176
Мошик Марія Сергіївна,.....	176
НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ МЕТОДИ ОБРОБКИ БІОМЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ У СИСТЕМАХ АВТОРИЗАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ	180
Демидов Єгор Михайлович,.....	180
ТРАНСФОРМАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ ЧЕРЕЗ ІНТЕГРАЦІЮ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: ВІД ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ КОНТЕНТУ ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ОЦІНЮВАННЯ	182
Рева Олена Сергіївна,.....	182
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РАКУ ШКІРИ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДЕРМАТОСКОПІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ.....	185
Нечипоренко Наталія Андріївна,.....	185
ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕКЛАДУ ТЕКСТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МЕТОДОЛОГІЯ РОБОТИ З МАШИННО ЗГЕНЕРОВАНИМ КОНТЕНТОМ... ..	187
Логачов Андрій Сергійович,	187
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЗОВНІШНІЙ РЕКЛАМІ	191
Міщенко Вероніка Сергіївна,.....	191

СЕКЦІЯ 5: БІОМЕДИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ	194
МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ ОБ’ЄКТА В ЕНДОКРИНОЛОГІЇ	194
Монченко Олена Володимирівна,	194
Єременко Володимир Станіславович,.....	194
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ 3D-ДРУКУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОСЕНСОРНИХ СИСТЕМ	196
Азархов Олександр Юрійович,	196
Сілі Іван Іванович,.....	196
АНТРОПОМЕТРИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗОЛОТОГО ПЕРЕТИНУ В ХІРУРГІЧНІЙ КОРЕКЦІЇ ОБЛИЧЧЯ	199
Романюк Олександр Никифорович,	199
Вертепна Дарія Віталіївна,	199
Заблотний Олександр Іванович,	199
БІОТРИБОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЕНДОПРОТЕЗІВ КУЛЬШОВОГО СУГЛОБА	203
Азархов Олександр Юрійович,	203
Акімова Орина Борисівна,.....	203
ПІДВИЩЕННЯ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИНК-ФОСФАТНИХ СТОМАТОЛОГІЧНИХ БІОЦЕМЕНТІВ	206
Сігунов Олексій Олександрович,	206
Амеліна Олександра Андріївна,	206
Тітова Олена Василівна,	206
Головко Андрій Олегович,	206
Смелова Маргарита Олегівна,.....	206
БІОФІЗИЧНІ ОСНОВИ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ТОМОГРАФІЇ ТА ІНЖЕНЕРНІ ВИКЛИКИ.....	209
Татарко Лариса Гаврилівна,	209
Хоменко Олена Сергіївна,	209
Данильченко Віталіна Євгеніївна,.....	209

БІОМЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ІМПЛАНТІВ	213
Івченко Оксана Миколаївна,	213
Хоменко Олена Сергіївна,	213
Рокутов Сергій Вікторович,	213
Крецу Іван Іванович,	213
MICROSTRUCTURE EVOLUTION AND TENSILE/NANOINDENTATION BEHAVIOUR OF LPBF 316L BIOMEDICAL STAINLESS STEEL AFTER PRESTRAINING AND SUBSEQUENT ANNEALING.....	216
B.V. Efremenko,.....	216
Yu.G. Chabak,	216
COMPARISON OF ELECTROCHEMICAL, WEAR AND CORROSIVE PERFORMANCE OF LASER-BASED POWDER BED FUSION AND WROUGHT BIOMEDICAL Ti-6Al-4V ALLOYS	218
B.V. Efremenko,.....	218
Yu.G. Chabak,	218
A.G. Lekatou,	218
V.G. Efremenko,	218
CYBERSECURITY-AWARE FOREIGN LANGUAGE EDUCATION FOR BIOMEDICAL PROFESSIONALS: PREPARING STUDENTS FOR SECURE INTERNATIONAL COLLABORATION	220
Lyudmyla Kruhlenko,	220
Marko Lakhmatov,	220
ПОРІВНЯННЯ МОДАЛЬНОСТЕЙ МЕДИЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ЗАДАЧІ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ЛІМФАТИЧНИХ СУДИН ПРИ ПЛАНУВАННІ ОНКОУРОЛОГІЧНОГО ВТРУЧАННЯ.....	223
Сергєєва Катерина Леонідівна,	223
Пономарчук Валерій Юрійович,.....	223
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ ТРЕМОРУ РУК	227
Волинець Марія Дмитрівна,.....	227
Сілі Іван Іванович,.....	227
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ В ЛІКАРНЯХ І РИЗИКУ ПЕРЕДАЧІ АЕРОЗОЛІВ	229
Лисенко Вікторія Вікторівна,.....	229
Сілі Іван Іванович,.....	229

АКТИВАЦІЯ ТРИГЕМІНОВАСКУЛЯРНОЇ СИСТЕМИ ЯК КЛЮЧОВИЙ МЕХАНІЗМ ПАТОГЕНЕЗУ МІГРЕНІ	231
Полупанова Катерина Максимівна,.....	231
Сілі Іван Іванович,.....	231
КОНЦЕПЦІЯ ЦИФРОВОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ ЕКСТРЕНОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	234
Заржецький Олексій Станіславович,.....	234
3D-ДРУКОВАНА БІОКЕРАМІКА ДЛЯ РЕКОНСТРУКТИВНОЇ МЕДИЦИНИ ТА ІМПЛАНТОЛОГІЇ.....	237
Дубік Софія Максимівна,	237

СЕКЦІЯ 3: ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

ОСОБЛИВОСТІ ШИФРУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Романюк Олександр Никифорович,
професор, докт. техн. наук, ВНТУ
rom8591@gmail.com

Майданюк Володимир Павлович,
к. т. н., ВНТУ
maidaniuk2000@gmail.com

Нечипорук Микола Леонідович,
аспірант, ВНТУ
mykola.nec@gmail.com

У роботі розглянуто сучасні підходи до шифрування тривимірних зображень і моделей. Проаналізовано застосування багатовимірних хаотичних систем, гібридних криптографічних схем та методів глибокого навчання для захисту 3D-даних. Описано особливості реалізації операцій перестановки й дифузії у полігональних сітках, хмарах точок і воксельних структурах. Розглянуто критерії оцінювання криптостійкості, зокрема ентропію, кореляційний аналіз та показники NPCR і UACI. Показано, що поєднання хаотичних моделей, класичної криптографії та апаратної оптимізації забезпечує високий рівень безпеки просторових даних.

The paper examines modern approaches to encryption of three-dimensional images and models. The use of multidimensional chaotic systems, hybrid cryptographic schemes, and deep learning methods for protecting 3D data is analyzed. The specific features of permutation and diffusion operations in polygonal meshes, point clouds, and voxel structures are described. Cryptographic strength evaluation criteria, including entropy, correlation analysis, NPCR, and UACI indicators, are considered. It is shown that the combination of chaotic models, classical cryptography, and hardware optimization ensures a high level of security for spatial data.

Шифрування тривимірних зображень формується на перетині теорії інформації, комп'ютерної графіки та захисту даних. На відміну від традиційних двовимірних

зображень, 3D-об'єкти можуть представлятися у вигляді полігональних сіток, хмар точок, воксельних структур або глибинних карт. Вони містять не лише колірну інформацію, але й просторові координати, нормалі поверхонь, текстурні параметри та топологічні зв'язки між елементами. Така багатовимірність ускладнює застосування класичних алгоритмів шифрування, орієнтованих на лінійні або матричні структури даних. У результаті виникає потреба у спеціалізованих криптографічних механізмах, здатних враховувати просторову організацію інформації. Одним із провідних напрямів стало застосування багатовимірних хаотичних систем. Хаотичні відображення характеризуються високою чутливістю до початкових умов, ергодичністю та псевдовипадковою поведінкою, що робить їх придатними для формування ключових потоків, операцій перестановки та дифузії. На відміну від одновимірних карт, сучасні алгоритми використовують тривимірні та чотиривимірні хаотичні моделі, що суттєво розширює простір ключів і підвищує стійкість до атак повного перебору. У низці досліджень запропоновано динамічне оновлення параметрів хаотичних систем залежно від вмісту зображення. Важливим напрямом є гібридизація хаотичних підходів із класичними криптографічними алгоритмами. Для формування початкових умов хаотичних систем застосовуються криптографічні хеш-функції, які генерують ключі на основі самого 3D-об'єкта або зовнішніх параметрів. Такий механізм унеможливорює відтворення ключових послідовностей без точного знання всіх параметрів системи.

Операції перестановки та дифузії у 3D-даних мають специфічні особливості. Якщо у двовимірних зображеннях перестановка здійснюється на рівні пікселів, то у тривимірних моделях вона може виконуватися на рівні вершин, граней, вокселів або індексних списків. При цьому важливо забезпечити точне відновлення топології після дешифрування. Дифузійні процедури змінюють координати та атрибути за допомогою псевдовипадкових послідовностей, знижуючи кореляцію між сусідніми елементами та ускладнюючи статистичний аналіз.

Активно впроваджуються методи глибокого навчання у сфері шифрування 3D-даних. Нейронні мережі використовуються для адаптивного визначення ділянок моделі з підвищеною інформаційною важливістю, що потребують більш інтенсивного захисту. Деякі архітектури складаються з двох модулів: перший аналізує структуру 3D-об'єкта, а другий генерує параметри шифрування з

урахуванням складності сцени. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність захисту без надмірного збільшення обчислювальних витрат.

Оцінювання ефективності алгоритмів шифрування 3D-зображень здійснюється за комплексом статистичних і криптографічних показників. Висока інформаційна ентропія зашифрованих даних свідчить про рівномірність розподілу значень. Показники NPCR та UACI демонструють чутливість алгоритму до мінімальних змін у відкритому зображенні. Кореляційний аналіз дозволяє оцінити залежність між сусідніми елементами до і після шифрування. Також перевіряється стійкість до атак із відомим або вибраним відкритим текстом і диференційних атак.

Вибір формату 3D-даних суттєво впливає на побудову алгоритму. Для полігональних сіток необхідно шифрувати координати вершин і структуру індексних списків. У хмарах точок важливо зберегти просторовий розподіл після дешифрування. Для воксельних моделей застосовуються тривимірні матричні перетворення з одночасною перестановкою та модифікацією значень об'єму. Таким чином, криптографічна схема повинна враховувати тип представлення даних і вимоги до точності реконструкції.

Окремою задачею є поєднання компресії та шифрування. У практичних системах часто використовується принцип «compress-then-encrypt», однак досліджується і можливість селективного шифрування лише найбільш інформативних компонентів моделі. Такий підхід знижує обчислювальні витрати та забезпечує швидкодію у системах реального часу.

Важливим напрямом є забезпечення стійкості до атак із використанням машинного навчання. Оскільки нейронні мережі здатні виявляти статистичні закономірності, сучасні алгоритми впроваджують багаторівневу дифузію та підвищений рівень випадковості для мінімізації потенційних витоків інформації.

Перспективними залишаються дослідження чотиривимірних хаотичних систем, фрактальних моделей та постквантових криптографічних механізмів для захисту 3D-даних у майбутніх інформаційних середовищах. Таким чином, сучасні підходи демонструють перехід від простих схем перестановки до складних гібридних систем, що поєднують хаотичні моделі, класичну криптографію, штучний інтелект та апаратні засоби оптимізації.